



⑮ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ Off nl ungsschrift
⑩ DE 195 23 229 A 1

⑤ Int. Cl. 8:
B 25 J 15/08
G 12 B 1/00
// H05K 1/18, H01L
21/68, G02B 6/38

②① Aktenzeichen: 195 23 229.1
②② Anmeldetag: 27. 8. 95
②③ Offenlegungstag: 2. 1. 97

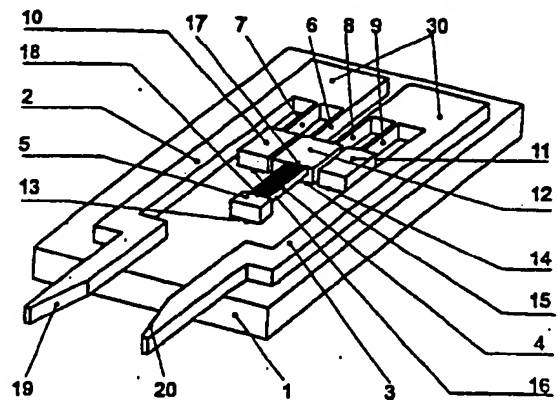
DE 195 23 229 A 1

⑦① Anmelder:
Salim, Riad, Dipl.-Ing., 98893 Ilmenau, DE

⑦② Erfinder:
gleich Anmelder

⑤④ Mikrogreifer für die Mikromontage

⑤⑦ Dem Einsatz klassischer Greifsysteme in der Mikromontage stehen die Abmaße der Gesamtsysteme, die Gestaltung und Sensibilisierung von Greifwerkzeugen entgegen. Lineare Verkleinerung herkömmlicher Greifer kann nicht erfolgen, da die geforderten Greifsysteme selbst mikrotechnische Systeme darstellen. Der neue Mikrogreifer soll durch seine Eigenschaften, wie Integration sensorischer Fähigkeit, Abmaße und verlust- und spielfreie Bewegungsübertragung eine neue Lösung für die Mikromontage realisieren. Der Mikrogreiferkörper (30) ist aus Silizium und zusammen mit einem Piezotranslator (4) auf einem Substrat (1) befestigt. Bei Längenänderung des Piezotranslators (4) verformen sich die elastischen Biegeelenke (6, 7 und 8, 9) und leiten die Bewegung weiter. Dadurch bewegen sich die Greifarme (2, 3) auseinander bzw. zusammen. Diese Bewegung dient dem Greifen eines Elementes zwischen den Greifflächen (19, 20). Der Mikrogreifer ist besonders für Greifen, Erfassen und Handhaben von mikrooptischen, beispielsweise Lichtwellenleitern und kubischen Mikrolinsen, mikroelektronischen, wie Chipbauteilen, mikromechanischen und dergleichen Bauteilen geeignet.



DE 195 23 229 A 1

Die Erfindung betrifft einen Mikrogreifer für die Mikromontage entsprechend dem Oberbegriff von Anspruch 1.

Der Mikrogreifer ist besonders für Greifen, Erfassen und Handhaben von mikro-optischen, mikroelektronischen, mikromechanischen und dergleichen Bauteilen geeignet. Greifer und Handhabungsroboter hoher Flexibilität und Zuverlässigkeit sind in der Elektronik und in vielen Gebieten des Maschinenbaus in breitem Einsatz. Aber dem Einsatz solcher herkömmlicher Greifsysteme in Mikrosystemen, Mikrohandling, Mikromontage und Mikrofügetechnik stehen sowohl die Abmaße der Gesamtsysteme als auch die Gestaltung, Steuerung und Sensibilisierung von Greifwerkzeugen entgegen. Eine lineare Verkleinerung klassischer Greifer kann nicht mehr erfolgen, da die geforderten Greifsysteme selbst mikrotechnische Systeme darstellen. Deshalb muß nach neuen Lösungen auf mikrotechnischer Basis gesucht werden. Einen weiteren besonderen Schwerpunkt der Entwicklung von Greifsystemen stellt die Integration sensorischer Fähigkeiten dar.

Aufgabe der Erfindung ist, auf mikrotechnischer Basis einen Mikrogreifer zu entwickeln, der durch seine Eigenschaften, wie Integration sensorischer Fähigkeit, Abmaße, Materialeigenschaften und verlust- und spielfreie Bewegungsübertragung eine neue Lösung für den Einsatz von Mikrogreifern in der Mikromontage darstellt. Diese Aufgabe wird durch einen Mikrogreifer mit den Merkmalen von Anspruch 1 gelöst. Die weiteren Ansprüche geben vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung an.

Die Erfindung wird im folgenden anhand von Figuren erläutert.

Fig. 1 zeigt vereinfacht eine perspektivische Ansicht des Mikrogreifers

Fig. 2 zeigt in übertriebener Darstellung einen Mikrogreifer, wobei hier die Bewegung einschließlich der Greiffunktion veranschaulicht wird.

Fig. 3 zeigt ein Ausführungsbeispiel mit vorteilhaften Eigenschaften.

In Fig. 1 ist vereinfacht ein Mikrogreifer perspektivisch dargestellt. Der Mikrogreiferkörper 30 ist aus Silizium hergestellt und zusammen mit einem Piezotranslator 4, der als monomorpher Antrieb dient, auf einem Substrat 1, etwa Siliziumwafer, so befestigt, daß sich bei einer Längenänderung des Piezotranslators 4, hervorgerufen durch Anlegen elektrischer Spannung, die Kraftübertragungsstellen, die gezielt so konstruiert sind, daß sie als elastische Biegeelenke (6, 7 und 8, 9) dienen, elastisch verformen und dadurch die Kräfte bzw. die Bewegung mit einem bestimmten Übersetzungsverhältnis weiterleiten, so daß sich die Greifarme 2, 3 auseinander bzw. zueinander (bei der Rückstellung) bewegen. Diese Bewegung dient dem Greifen eines Elementes, das sich zwischen den beiden Greifflächen 19, 20 befindet.

Die Herstellung eines nach diesem Prinzip funktionierenden Mikrogreifers kann wie folgt realisiert werden: Silizium ist aufgrund seiner mechanischen Eigenschaften oftmals neben Glas das Basismaterial mikromechanischer Bauelemente. Da die Streckungsgrenze mit der Bruchspannung zusammenfällt, d. h. es treten keine plastischen Verformungen auf, ist Silizium durch Hysteresefreiheit und Alterungsbeständigkeit als mechanischer Werkstoff ausgezeichnet einsetzbar. Diese vorteilhaften Eigenschaften werden hier für die Herstellung des Mikrogreifers eingesetzt.

krogreifers eingesetzt.

Aus einem beidseitig polierten (100)-Siliziumwafer mit 240 µm Dicke wird die Greiferstruktur 30 mittels den bekannten Strukturierungsprozessen, Lithographie und anisotropes Ätzen herausgearbeitet, wobei hier der Siliziumwafer von beiden Seiten bearbeitet wird, bis eine Durchätzung erfolgt ist. Die auf diese Weise gewonnene Greifstruktur besitzt einen sechseckigen Querschnitt, bedingt durch die Kristallorientierung des Siliziums.

Anschließend wird die Greiferstruktur 30 auf dem Siliziumsubstrat 1 angebracht und mittels Spezialkleber oder Bonden so befestigt, daß nur die gemeinsamen Berührungsflächen (14, 16) zwischen dem Substrat 1 und den Strukturteilen 10 und 12 geklebt bzw. gebondet werden. Der Rest der Greifstruktur 30 bleibt in Berührung mit dem Substrat 1 ist aber entlang der gemeinsamen Berührungsfläche axial verschiebbar.

Der Piezotranslator 4 der Dicke 200 µm wird durch Bonden oder durch speziellen Kontaktkleber kontaktiert und an seine Stirnfläche 17 mit der Stirnfläche des Strukturteils 12 waagrecht mit Spezialkleber geklebt. Das zweite Ende 18 des Piezotranslators 4 wird an einem Befestigungsteil 5, etwa aus Silizium, über der gemeinsamen Fläche 18 geklebt. Teil 5 wird auf dem Siliziumwafer 1 nachträglich mittels Bonden oder Kleben der gemeinsamen Berührungsfläche 13 befestigt.

Fig. 2 zeigt in übertriebener Darstellung einen Mikrogreifer, an dem die Funktionsweise verdeutlicht wird.

Durch Anlegen einer elektrischen Spannung erfährt der Piezotranslator 4 eine Längenänderung und zieht sich zusammen (in diesem betrachteten Fall). Über das Strukturteil 12, das mit dem Piezotranslator in Bewegung gesetzt wird, werden die Kräfte weiter an die Teile 6, 7 und 8, 9 übertragen. In diesen Teilen entstehen mechanische Spannungen, die kleine lokale elastische Deformationen verursachen. Diese Strukturteile sind so konstruiert, daß sie sich unter mechanischer Spannung, die weit unter der Bruchspannung von Silizium liegt, elastisch verformen. Das bedeutet, daß die kleinen elastischen Deformationen im elastischen Bereich bleiben (Hooksches Gesetz). Die Auslenkung bzw. die Bewegung der Greiffläche 19, 20 der Greiferarme 2, 3 ist über ein Übersetzungsverhältnis, das von der Länge der Greiferarme sowie vom Abstand zwischen 6 und 7 bzw. 8 und 9 abhängt, ermittelbar. Ebenfalls lassen sich aufgrund der Hysteresefreiheit des Siliziums die Greifkräfte ermitteln.

Fig. 3 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel, das weitere vorteilhafte Eigenschaften besitzt.

Die Biegeelenke 6, 7, 8, 9 haben hier eine andere Form, die bessere elastische Eigenschaften besitzt. Durch die Abdünnung wird die Elastizität dieser elastischen Gelenke erhöht.

Eine weitere vorteilhafte Eigenschaft dieses Beispiels ist, daß die Greifarme 2, 3 mit elektrischen Leitungen 25, die als Zuleitung für elektronische Sensorkomponenten 31, 33 auf der Oberfläche der Greifbacken dienen, versehen sind. Die unter 26 bezeichneten Teile dienen der Kontaktierung des Piezotranslators. Das Beispiel in Fig. 3 besitzt noch den Vorteil, daß die Greifbacken 27, 28 mit Formelementen 29 ausgestattet sind. Das Teil 29 kann aus Silizium durch anisotropes Ätzen hergestellt werden. Eine solche Anordnung ist für das Greifen bzw. Klemmen von Lichtwellenleitern (LWL) geeignet.

Der wesentliche Vorteil des erfindungsmäßigen Mikrogreifers besteht in dessen Herstellung aus Silizium.

Dadurch ist die Möglichkeit der Integration anderer mikrotechnischer Elemente sowie die sensorische Fähigkeit gewährleistet. So ist es möglich, piezoelektrische Schicht n, z. B. piezoresistive, an den Greifflächen zu integrieren, um die Greifkraft in ein elektrisches Signal umzuwandeln und dadurch kann die Greifkraft an das zu greifende Element angepaßt werden.

In dem hier entwickelten Mikrogreifer werden die mechanischen Eigenschaften von Silizium genutzt. Die mechanischen Eigenschaften von Silizium, die teilweise denen von Stahl nachkommen, werden hier eingesetzt, um verlustfreie Rückstellung der Greiferbacken, durch die Elastizität der Biegegelenke zu erreichen. Durch die vorteilhafte Anordnung von Piezotranslator und Greiferstrukturen folgt die Kraftübertragung spielfrei und ohne Verluste, d. h. die vom Piezotranslator verursachte Auslenkung der Greiferbacken ist gleich aber entgegengesetzt der Auslenkung, die durch die Rückstellkraft der Biegegelenke entsteht.

Ein weiterer Vorteil des erfindungsmäßigen Mikrogreifers besteht darin, daß es möglich ist, in den selben Herstellungsschritten weitere Formelemente zu realisieren, wie pyramidenförmige Vertiefungen, V-Nut oder definierte Strukturen auf die Greifbacken, die zum Greifen durch Formschluß oder zum Anbringen weiterer sensorischer Elemente dienen können.

Die Greiferbacken bilden durch die günstige planare Anordnung der Greiferstrukturen ein Gehäuse für das Piezoelement, das so plaziert ist, daß es keinen zusätzlichen Platz außerhalb des Mikrogreiferkörpers in Anspruch nimmt und dadurch eine kompakte Bauform möglich ist.

Eine weitere vorteilhafte Eigenschaft ist, daß durch die Technologie und Herstellungsverfahren, mit denen der Mikrogreifer hergestellt wird, wie beispielsweise Ätzen, es möglich ist, verschiedene Mikrogreifer herzustellen, die sich in Hinsicht auf Abmaße, Form und Greifkräfte an das zu manipulierende Element anpassen.

Durch die vorteilhafte Anordnung von Mikrogreifer und Piezotranslator ist es möglich, die Greiferstrukturen mit Leiterbahnen z. B. für die Sensorik zu versehen, ohne daß die Leiterbahnen beim Greifen mechanisch beansprucht werden, da sie sich auf der Oberfläche befinden, in der keine Deformationen stattfinden.

Patentansprüche

1. Mikrogreifer für die Mikromontage, bestehend aus
 - a) einem Substrat,
 - b) einem aus Silizium mikrotechnisch hergestellten Mikrostrukturkörper, der seinerseits aus b1) elastisch verformbaren Biegegelenken und b2) zwei Abtriebsgliedern, die die Greiferarme bilden, besteht und
 - c) einem Piezotranslator, der als monomorpher Antrieb angeordnet ist,
 dadurch gekennzeichnet, daß der Mikrostrukturkörper (30) zusammen mit dem Piezotranslator (4) auf dem Substrat (1) derart befestigt ist, daß sich bei einer Längenänderung des Piezotranslators (4), hervorgerufen durch Anlegen einer elektrischen Spannung, die Kraftübertragungsstellen, die gezielt so konstruiert sind, daß sie als Biegegelenke (6, 7, 8, 9) dienen, elastisch verformen und dadurch die Kraft bzw. die Bewegung mit einem bestimmten

Übersetzungsverhältnis an den Abtriebsgliedern (Greiferarmen) (2, 3) so übertragen, daß sich die Greiferarme (2, 3) auseinander bzw. zueinander bewegen.

2. Mikrogreifer nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Greifbacken (27, 28) mit V-Nut-Formelement (29) versehen sind.

3. Mikrogreifer nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Greifbacken (27, 28) mit sensorischen Komponenten (31, 32) ausgestattet sind.

4. Mikrogreifer nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Greifflächen mit piezoelektrischem Material beschichtet sind, durch das die Greifkräfte in elektrische Signale umgewandelt werden.

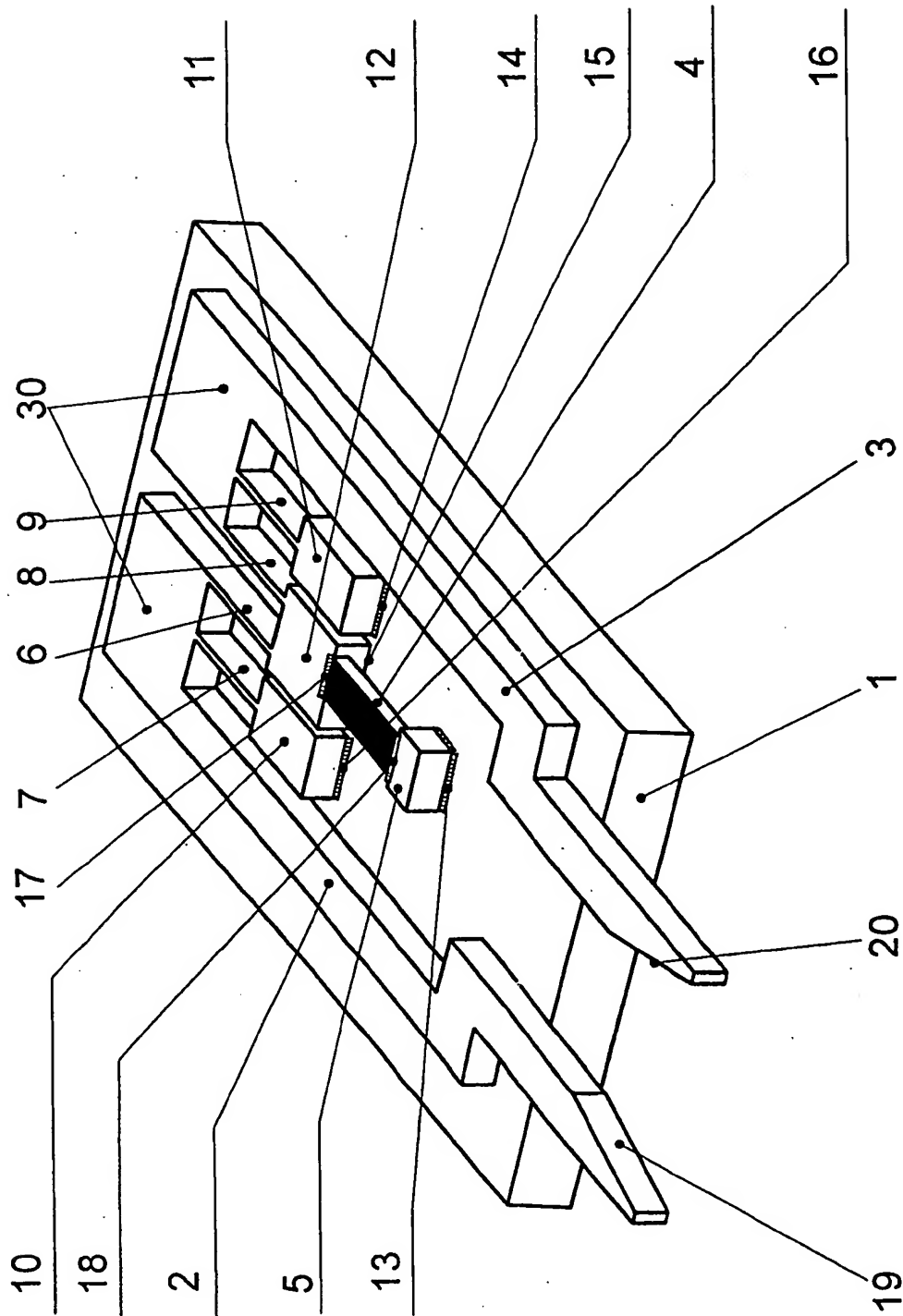
5. Mikrogreifer nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Greifarme (2, 3) mit elektrischen Leiterbahnen versehen sind.

6. Mikrogreifer nach einem der bisherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Substrat (1) aus Silizium ist.

7. Mikrogreifer nach einem der bisherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Piezotranslator zwischen den beiden Greiferarmen (2, 3) angeordnet ist.

8. Mikrogreifer nach einem der bisherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Biegegelenke (6, 7, 8, 9) sechseckigen Querschnitt besitzen.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen



Figur Nr.1 *

Federal Republic of Germany
German Patent Office

Document laid open to public inspection
DE 195 23 229 A1

B 25 J 15/08

Ref. no.: 195 23 229.1
Application date: 06/27/95
Disclosure date: 01/02/97

Applicant: Selim, Riad, Dipl.-Ing., 96893 Ilmenau, DE

Inventor: Same as applicant

Microgripper for microassembly with substrate and microstructure body

The use of conventional gripper systems in microassembly is unfeasible due to the overall dimensions of the systems as well as the design, control and sensibilization of the gripping tools. A linear miniaturization of classic grippers is no longer possible, because the required gripper systems are microsystems themselves. The new microgripper will provide a new solution in the field of microassembly thanks to its properties such as the integration of sensory capabilities, its dimensions and as well as a motion transfer which is free from loss and play.

The microgripper body (30) is made of silicone and, together with a piezotranslator (4), is attached to a substrate (1). When the piezotranslator (4) changes its length, the bending joints (6, 7, and 8, 9), deform elastically and transfer the motion. As a result, the gripper arms 2, 3 move away from or toward each other. This motion is used to grip an element located between the gripping surfaces (19, 20).

The microgripper is especially suitable for gripping, seizing and handling of microoptical components, such as fiber optic cables or cubic microlenses, microelectronic components, such as chip components, as well as micromechanical and similar components.